

砕砂を適用したベントナイト混合土の法面施工事例

西武建設（株）	○正会員	新井靖典
西武建設（株）	正会員	三村 卓
西武建設（株）		久慈哲男
西武建設（株）		並木秀一
西武建設（株）	正会員	成島誠一

1. はじめに

近年、我が国でも廃棄物最終処分場の遮水工としてベントナイト混合土が適用されてきている。ベントナイト混合土の施工においては、材料の均質性と適切な締固め密度を発現させることが不可欠である。本報では、原料土として碎石の製造過程において発生する砕砂を使用したベントナイト混合土の特性について言及する。さらに、法面施工としてクローラ式振動締固め機の適用事例について述べる。

2. 砕砂を原料土としたベントナイト混合土

最終処分場の遮水工としてベントナイト混合土を適用する際、原料土の選定が重要な要素となる。マサ土等の砂質系材料が用いられることが一般的であり、粒度の観点からまとめた研究¹⁾によれば、土質分類で {SF} に分類されるものの採用事例が多いことを指摘している。今回適用した材料は、碎石工場から得られる砕砂 0-7 とした。土質試験の結果は表-1 に示すとおりである。碎石のため、土粒子の密度が高く強度的にも優れた材料であるが、自然含水比が最適含水比より 4 ポイント低いいため、締固めが困難になることが予想された。そこで、移動式プラント混合機にて混合土を製造する過程において、加水することにより含水比を調整し、最適含水比付近のベントナイト混合土を得ることとした。

表-1 原料土の材料特性

分類	細粒分質礫質砂 (SFG)	
最大粒径 D_{max}	mm	9.5
均等係数 U_c		159
土粒子の密度	g/cm^3	2.678
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	g/cm^3	2.083
最適含水比 w_{opt}	%	9.4
自然含水比 w_n	%	5.4

ベントナイトの配合量を定めるために実施した透水試験（変水位法）の結果を図-1 に示す。ベントナイトは群馬産の赤城系 300S を使用した。供試体は、現場での一般的な管理規準である締固め度 D_c （最大乾燥密度に対する乾燥密度比）=90%で作製した。設計図書においてベントナイト混合比 B_t （原料土の乾燥重量に対するベントナイト重量の比）=10%と明記されていたことから、 B_t が 10% 付近のベントナイト混合土に対して試験を実施したところ、 $B_t \geq 12\%$ でなければ、透水係数 k が $10^{-6} cm/s$ を満たすことができないことが判明した。ベントナイトが予定使用量の 2 割増すことは、効率・経済的な施工をおこなう観点から避け、施工時の締固め度を上げることにより、要求される遮水性能を得ることができるかを検証した。

図-2 は、ベントナイト混合比 B_t を一定にした条件で、締固め度 D_c を変化させて透水試験をおこなった結果である。それによれば D_c を増加させるにしたがい、 k が減少することが示された。本配合の場合、 $D_c=92.5\%$ で k が $10^{-6} cm/s$ を下回る結果となり、さらに D_c が 95% を超えると k は $10^{-8} cm/s$ オーダとなることがわかる。そのため現場の管理として $D_c \geq 92.5\%$ を規

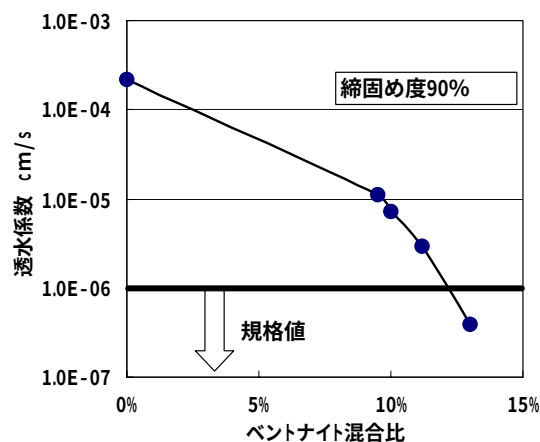


図-1 ベントナイト混合比と透水係数の関係

キーワード：ベントナイト混合土，砕砂，クローラ式振動締固め機，締固め度

連絡先：所沢市くすのき台 1-11-2 西武建設株式会社 土木事業本部技術部 Tel 04-2926-3414

定した。しかしながら、一方で法面部（1：2.5）で厚さ 50cm を施工する際において $D_c \geq 92.5\%$ が確保できるか懸念された。一般的な処分場では、底面部と法面部とに区分されており、法面部の転圧方法は、振動ローラが走行できない勾配であるために締固め作業を効率的におこなえる方法が求められている。そこで、厚層締固めが実証されているクローラ式振動締固め機を投入し検証をおこなった。

3. クローラ式振動締固め機による法面の締固め

クローラ式振動締固め機（法面仕様車）は、登坂能力 22 度以上である（写真－1 参照）。走行部がクローラ式で、転圧面が面状であるため平坦性を確保できる。また、有振動により厚さ 50cm 程度まで均一に締め固められる知見が得られている²⁾。検証は、仕上がり厚さ 50cm とし、7t 級ブルドーザにて厚さ 20cm 程度を目安に 3 層で撒き出し、0.7m³ バックホウにより各層 2 回転圧をおこなった。さらにブルドーザブレードによる表面整形をした後、クローラ式振動締固め機にて起振 500vpm にて 1 回、無振にて 1 回の走行により転圧した。

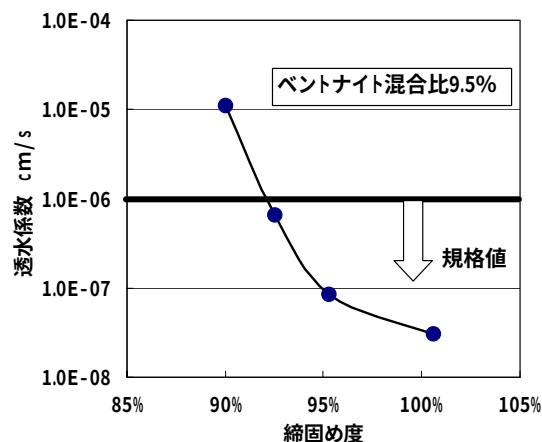
その結果、図－3 に示すように 0.7m³ バックホウによる転圧後の平均締固め度は 97% であったが、規定値を下回る測定値もあり、ばらつきが指摘された。これは、バックホウのクローラ幅（シュー幅）が 600mm×2 であるため転圧ムラが生じやすいためと考えられる。一方、クローラ式振動締固め機のクローラ幅は 1,800mm と広いため転圧効率性が向上し、振動を与えられることから、締固め後は $D_c \geq 95\%$ の測定値にまとも信頼性が高かった。また、25cm 下方の締固め度が増しており、法面部であっても厚層による施工が可能である知見が得られた。

4. まとめ

本報では、砕砂 0-7 を原料土としたベントナイト混合土を選定し、予め規定されていたベントナイト混合比 B_t 、透水係数 k を確保するために、締固め度 D_c を一般的な下限値 90% を 92.5% に上げ、さらに、クローラ式振動締固め機を適用することで、平均締固め度 95% 以上で均質な混合土の提供を検証した。知見として施工時の締固め度 D_c を上げることにより、ベントナイト量を減量させることができ、かつ厚層締固めによる工期短縮が可能であると考え。今後さらに検証を進め、品質の向上と経済性のあるベントナイト混合土の技術提供をおこないたい。

最後に、土質試験に関する有用な助言をいただいた（財）地域地盤環境研究所の藤原照幸氏、金山政民氏、ならびにクローラ式振動締固め機の提供を快く受けていただいたコマツの今村剛士氏に深謝申し上げます。

【参考文献】 1) 成島誠一・水野克己・市川隆文・大塚義・西山勝栄・小嶋平三・中村隆浩・関 眞一：ベントナイト混合土を用いた複合ライナーの品質管理とデザインに関する研究，第 5 回環境地盤工学シンポジウム発表論文集，pp83～88，2003.7
2) 勝沼 清・今村剛士・菊池幸雄・青柴則宏・徳永晋一：クローラ式振動機締固め機の開発と締固め特性，土木学会第 58 回年次学術講演会，pp689～690，2003.



図－2 締固め度と透水係数の関係

